

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-319389

(43)Date of publication of application : 04.12.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335
G02B 5/30

(21)Application number : 10-128444

(71)Applicant : XEROX CORP

(22)Date of filing : 12.05.1998

(72)Inventor : HAJI JOHAN

FISKE THOMAS G

LOUIS D SILVERSTEIN

JACK R KELLY

(30)Priority

Priority number : 97 854338

Priority date : 12.05.1997

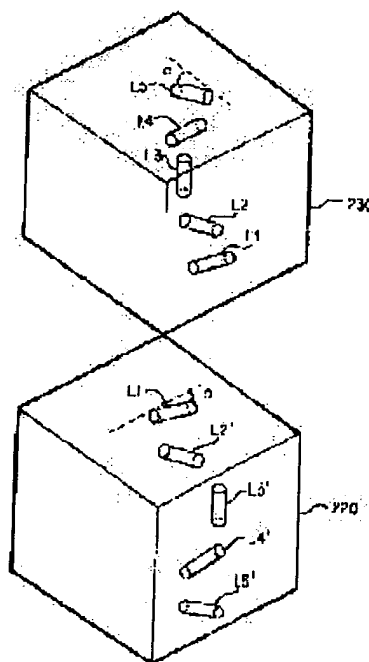
Priority country : US

(54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the performance of the angle of visibility of a liquid crystal display device by providing a liquid crystal cell and a compensation layer having structure where its optical axis is inclined and twisted for the purpose of compensation and changing the inclined and twisted structure for the purpose of the compensation in the thickness as the compensation layer.

SOLUTION: An LCD 200 is provided with the compensation layer 220 and the LC cell 230. The layer 220 has five layers L1' to L5', the optical axes of the layers L1' to L5' imitate the layers L1 to L5 of the LC cell 230. The layer L1' compensates the layer L1. The layers L2' and L3' compensate the layers L2 and L3, respectively, then the layers L4' and L5' compensate similarly. The layer 220 has negative double refraction ($n_e < n_o$) and the absolute value of n' is equal to the absolute value of Δn . The layer 220 has the negative double refraction and is twisted rightward though the cell 230 is twisted leftward. Therefore, the dependency of the angle of visibility of the characteristic of the LCD is compensated and the angle of visibility is made wider without sacrificing display efficiency.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10-319389

(43) 公開日 平成10年(1998)12月4日

(51) Int. Cl. °

識別記号

F I

G 0 2 F 1/1335

5 1 0

G 0 2 F 1/1335 5 1 0

G 0 2 B 5/30

G 0 2 B 5/30

審査請求 未請求 請求項の数 1

O L

(全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平 10-128444

(22) 出願日 平成10年(1998)5月12日

(31) 優先権主張番号 08/854, 338

(32) 優先日 1997年5月12日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 590000798

ゼロックス コーポレーション

XEROX CORPORATION

アメリカ合衆国 06904-1600 コネティ

カット州・スタンフォード・ロング リッ

チ ロード・800

(72) 発明者 ハイジ ユーアン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 クパ

ティノ ミネット ドライブ 10705

(72) 発明者 トーマス ジー フィスク

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 キャ

ンプベル アカプルコ ドライブ 4713

(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

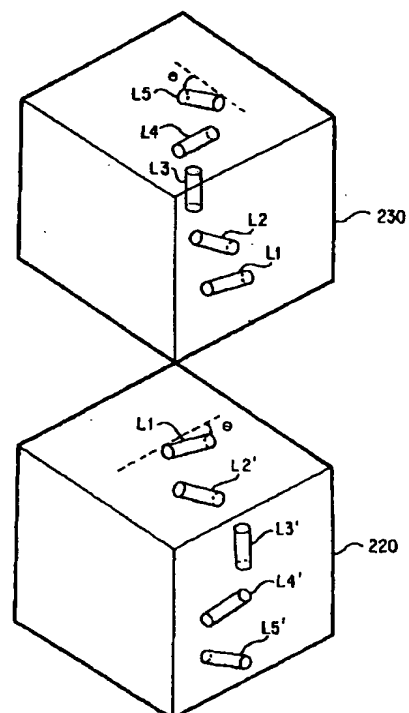
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 表示効率を犠牲にすることなく、液晶表示装置の視野角を広げること。

【解決手段】 液晶セルと、その光軸が補償のために傾斜しかつねじれた構造をとる補償層と、を備える液晶表示装置であり、補償層として、その厚み内で、補償のための傾斜及びねじれ構造が変化するものを用いる。このような構成の補償層を1層、又は多数層用いることにより、LCDの特性の視野角依存性を確実に補償でき、視野角が広がる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶セルと、その光軸が補償のために傾斜しかつねじれた構造をとる補償層と、を備え、前記補償層は、その厚み内で、前記補償のための傾斜及びねじれ構造が変化していることを特徴とする液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般に、その有効視野量を増大する特別なリターデーション膜（補償膜）を有する透過型の背面照射型液晶表示装置（LCD）に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶表示装置（LCD）は、LCD技術の発達により、CRT等の他の表示装置に取って替わりつつある。大抵の液晶（LC）材料は、一軸性である。一軸性材料は、1つの固有軸、すなわちLC分子の長軸に平行な光軸を有する。LC材料は異方性も有しており、それによって複屈折の光学特性を与える。複屈折は、結晶軸に対する偏光の伝搬方向および配向に応じて結晶性材料中を異なる速度で光が移動する現象である。これは、固有または異常方向の屈折率 n_o が正常方向の屈折率 n_e と異なることを意味する。 $\Delta n = n_e - n_o$ が正である時、LC材料は正の複屈折を有すると言える。

【0003】図1は、バックライト光源105と光スタック106とを備える従来の透過直視型ツイステッドネマティックLCD100を示す。この光スタック106は、バックライト105から発生する光のスペクトル構成および偏光状態を変更する多数の層状光素子を備える。これらの素子は、その透過軸方向が点線112で示された後方偏光板110と、リターデーション膜120と、LCセル130と、電源140と、偏光状態の検光子としての前方偏光板150とを備える。

【0004】LCセル130は、後方基板131と、前方基板132との間にLC材料138が配置されている。前方および後方基板132、131と、LC材料138との間には、それぞれ前方電極134と後方電極133とが設けられている。また、それらの上には、後方ポリイミド膜135と前方ポリイミド膜136が設けられている。電源140は、後方電極133と前方電極134とに接続されている。

【0005】LCセル130のようなLCセルは、セルに使用するLC材料のタイプと、セル内を通る光の伝搬方法の両方によって定められる。このようなLCセル構造を有するものとして、ツイステッドネマティック（TN）セルがある。LCD100がTNセルであると仮定すると、バックライト105からの光は後方偏光板110によって直線偏光とされ、その後、光軸がTN-LCセル130によって回転される。回転量は、LCセル130の複屈折および厚さ、ならびにLCセル130のね

じれ角および光の波長によって決定される。例えば、多くのTN-LCDでは90度回転を利用する。90度回転は、ポリイミド膜135および136をラビングし、その後、ラビング方向が90度異なるようにポリイミド膜135および136を配向処理することによって確立できる。ポリイミド膜135および136に隣接するLC分子は、このラビング方向に整列（配向）する。ポリイミド膜は、LCセル130内でLC分子に対してプレチルト角 θ_o を与えるように作成しても良い。電源140から前方電極134および後方電極133に制御電圧が印加されると、このプレチルト角 θ_o によってLC分子が望ましい方向に確実に傾斜する。

【0006】光軸が回転した後、前方偏光板または検光子150により、LCセル130に存在する光の偏光状態が分析される。後方偏光板110の偏光軸と検光子150の偏光軸とが交差するため、電圧源140から電極133および134に電圧を印加しない時、LCDが白く見える。この状態をノーマリホワイト（NW）と呼ぶ。

【0007】LC材料138はホモジニアス（均質）なものであるが、LC材料138を図1に示すような多数の層を備えるものとして考えるのが都合良い。このようなターミノロジは、従来周知である。このように、図1は、LC分子またはダイレクタの5つの層L1～L5を示す。層L1～L5の各々の光軸は、図1に示すようにダイレクタの軸に揃う。

【0008】図1に示すように、LCD100はリターデーション膜または補償層120を用いる。後述するように、補償層120は表示装置の観察者に対する視野角を改善する。

【0009】LCD100は、多数の「状態」で動作する。電圧「オフ」状態では、LCセル130内のダイレクタが図1に示すように整列し、光スタック106を介して光が有効に透過する。電源140から電極133および134への電圧を増大すると、ダイレクタが傾斜し始め、ねじれた構造がまっすぐになる。図2は、電圧「フル・オン」状態のLCD100を示す。後方基板131および前方基板132に隣接するダイレクタが比較的わずかに傾斜すると、最大傾斜角がLCセル130の中心（例えばL3）で得られる。

【0010】制御電圧（一般に3～6ボルト）を印加した状態では、LCセル130の中心部の光軸は主として電界に対して平行となり、図2に示すように、ねじれた構造がなくなる。こうなると光の偏光方向は回転されず、LCセル130を通過した光は、交差位置で検光子と交差する、つまり検光子の偏光方向とLCセル130を通過した光の偏光方向とが交わることとなる。従って、このような位置で光が吸収され、表示装置のアクティブ部分は、暗く見える。

【0011】図3は、特定のLC材料の電気歪み曲線を

示す。この曲線は、傾斜角 θ およびねじれ角 Φ を、印加した電圧 V としきい値電圧 V_c との比の関数として示す。図3に示すように、所与の制御電圧に対して、傾斜角 θ は、セルの中心領域近くで最大値まで増大し、基板に隣接するLCセルの境界近くで最小値となる。図3にも示すように、電極への制御電圧 V が増大すると、最大傾斜角 θ が増大する。図3は、LCセルの境界と比較した場合に、LCセルの中心領域では、セル厚さに対しねじれ角がより迅速に変化するという点において、電極に電圧を印加する効果も示している。

【0012】LCDを使用する際の欠点は、視野角が増大すると、コントラスト比および他の光学特性が劣化することである。LCDの視野角性能を改良するために、いくつかの技術が開発されている。視野角性能を改良する方法として、IPS (In-Plane Switching) モード (Kondo, SID 96 Digest, 81 (1996))、光補償モード (Miyashita, C.-L. Kuo, M. SuzukiおよびT. Uchida, SID 95 Digest, 797 (1995)) ならびにマルチドメインTN構成 (Yang, IDRC 91 Digest, 68 (1991); J. Chen, P. J. Bos, D. L. Johnson, J. R. Kelly, J. Crow, N. D. Kim, SID 96 Digest, 650 (1996)) 等のセル内の変更が挙げられる。セル外の変更としては、光スタックの前面に配置された拡散スクリーンで平行にされたバックライトが挙げられる (McFarland, S. Zimmerman, K. Beeson, J. Wilson, T. J. Credelle, K. Bingham, P. Ferm, J. T. Yardley, Asia Display '95, 739 (1995))。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらの技術の多くは、製造がより複雑となるか、または光効率が劣化するかのいずれかの代償を払って視野角を改良している。従って、このように妥協することなく視野角性能を改良するより良い方法が、強く望まれる。欠点が少ないと思われる1つの外的方法として、補償膜 (またはリターデーション膜) の使用が挙げられる。

【0014】補償膜は、日東電工 (Nitto Denko)、サンリツ (Sanritz)、富士写真フイルム株式会社 (Fuji Film LTD) 等の多くの製造業者から入手可能である。典型的な材料として、ポリカーボネートが挙げられる。図4は、補償層の例として補償層120を示す。この例の補償膜は、 $n_x = n_y > n_z$ となるようにx方向およびy方向の両方に伸張された厚さ d_c のポリカーボネート膜である。ポリカーボネートが伸張されると、分子の列 (chain molecule) が揃う傾向にあり、材料は、伸張された軸に沿ってより分極 (polarizable) が大きくなる (屈折率が高くなる)。その結果、伸張方向に対して垂直に偏光される光は、通常で伝搬する。他の形態の材料としてポリスチレンが挙げられる。ポリスチレンの場合、材料の分極率 (polarizability) は、伸張方向に対して垂直な方向でより大きくなる。ポリスチレンは、負の複屈折 (す

なわち $n_o < n_e$) を有する材料を代表する。しかし、補償層120等の補償膜は、主としてLCセルの中間近くのLC材料に対して補償を行う。LCセル基板に近いLC分子は、印加した電界に対して平行に配向されないため、これらのLCセル基板付近については十分に補償されない。

【0015】さらに他の形態の補償層を図5に示す。図5において、補償層180は、CTA (cellulose triacetate:セルローストリアセデート) 基板182と、アラインメント層184と、ディスコティック (discotic) コンパウンド層186とを備える。CTA基板182の光軸は、LCセル基板の平面に垂直になるように選択される。ディスコティックコンパウンド層186の光軸は、図5に示すようにディスコティックコンパウンド層の厚さ全体にわたって傾斜するように選択される。従って、図5に示すように、ディスコティックコンパウンド層186の光軸は、例えば 4° から 68° まで変化可能である。光軸のこの変化は、LCセルのダイレクタの傾斜をある程度模倣するように設計されている。このように傾斜を備える補償層は、TN-LCDの視野角の性能を改良することが可能である。このような補償層は、例えば、「Optical Performance of a Novel Compensation Film for Wide-Viewing-Angle-TN-LCDs」、Mori Hiroyuki, Yuji Itoh, Yosuke Nishiura, Taku Nakamura, Yuki Shinagawa, AM-LCD' 96/IDW' 96, 189に述べているFuji filmのWV膜、「Wide View A」(登録商標)を含む。

【0016】図6は、補償層を備えていないLCDの視野角特性を示す。図6は、一定のコントラスト比の水平および垂直視野角および線を示すイソコントラスト図である。図7は、図6と同じLCDのイソコントラスト図であるが、図5に示すような補償膜がLCセルに隣接して設けられている。図6および図7を比較するとわかるように、図5の補償膜を備えたLCDは、補償膜を備えていないLCDよりもかなり優れた視野角性能を有する。図5に示すような補償膜は、LCセルの境界および中心近くでLC材料を補償しようとする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、輝度、コントラスト比および色度の望ましくない変化を最小限にし、または該変化をより確実に除去する補償層を用いることにより、液晶表示装置の視野角性能を改良することを目的とする。

【0018】上記目的を達成するために、本発明は、液晶セルと、その光軸が補償のために傾斜しかつねじれた構造をとる補償層と、を備え、補償層として、その厚み内で、前記補償のための傾斜及びねじれ構造が変化するものを用いることを特徴とする。

【0019】このような構成の補償層を採用することにより、表示効率を犠牲にすることなく、LCDの特性の

10

20

30

40

50

視野角依存性を補償して、視野角をより広げることが可能となる。

【0020】

【発明の実施形態】以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態（以下実施形態という）について詳細に述べる。なお、以下に説明する図面において、同一参照符号は同一部分を示すものとする。

【0021】図8は、補償LCD200の第1の実施形態を示す。LCD200は、バックライト205と、後方偏光板210と、補償層220と、LCセル230と、電圧源240と、検光子250とを備えている。後方偏光板210は、偏光板の透過軸方向が点線212で示されるように配置される。同様に、検光子250の偏光板の透過軸方向は線252で示される。

【0022】LCセル230は、後方基板231と、前方基板232と、後方電極233と、前方電極234と、後方配向膜235と、前方配向膜236とを備える。後方基板231および前方基板232は、例えばガラス等の好適な材料から成る。前方基板231および後方基板232は、LC材料238をその間に挟持する。配向膜235および236も同様に、例えばポリイミド等の好適な材料から成る。後方配向膜235は第1の方向にラビングされ、前方配向膜236は、第1の方向とは異なる第2の方向にラビングされる。なお、本発明において、LCDを観察者からみた場合の手前側を前方といい、奥側を後方と示しているが、本実施形態のLCDの後方側が手前側に配置される構成も採りうる。

【0023】第1の実施形態において、LCセル230は正の複屈折を有し、左にねじれた90度TNセルである。本実施形態におけるLCセルは、良く知られたeモードで構成される（ここでは、LCセルの各々の側のLCダイレクタが、隣接する偏光板の透過軸に平行である）。なお、LCセルの他のねじれ配向、モードおよびタイプならびにLC材料の形態も使用可能である。例えば、強誘電性液晶（FLC）セル、スーパーツイステッドネマティック（STN）セル、ポリマー分散型LCセル、ポリマー安定型LCセル、光学補償ベンドセル、 π セルおよびホメオトロピック配向〔homeotropic alignment〕（垂直配向）LCセルも使用可能である。さらに、50度TNセル等の90度以外の角度も使用可能である。

【0024】図9は、第1の実施形態によるLCセル230および補償層220の分解図である。図9は、LCD200にフル・オン状態の制御電圧を印加した場合の状態を示している。図9において、LCセル230はLC材料の5つの「層」L1～L5を含む。層L1～L5の各々は、傾斜角 θ およびねじれ角 Φ を有する。しかし、LCD200はフル・オン状態で示しているため、LCセル230の中心に最も近いLCダイレクタの光軸は表面250aに対して実質上垂直である。

【0025】図9にも示すように、補償層220は5つの「層」L1'～L5'を有する。補償層220の構造により、層L1'～L5'の光軸はLCセル230の層L1～L5の光軸を模倣する。すなわち、層L1'は層L1と同じ傾斜角 θ およびねじれ角 Φ を有する。従って、層L1'の光軸は、層L1の光軸に平行である。結果として、層L1'は層L1を補償する。同様に、層L2'は層L2を補償し、層L3'は層L3を補償し、以下L4'、L5'も同様である。このように、第1の実施形態において、補償層220は負の複屈折（すなわち $n_o < n_e$ ）を有し、 $\Delta n'$ の絶対値は Δn の絶対値に等しい。従って、補償層220は負の複屈折を有し、且つLCセル230が左にねじれているのに対して右にねじれている。

【0026】さらに第1の実施形態においては、LCセルが負の複屈折を有し、補償層が正の複屈折を有していても良い。また、補償層220は、前方基板232または後方基板231のいずれかに隣接して配置可能である。また、補償層230は、2つに分割可能であり、より対称性を高めるために、分割した一方を前方基板232に隣接し、他方を後方基板231に隣接することが可能である。

【0027】図10は、補償層220を用いたLCD200の視野角性能を示す。図10に示すように、補償層220の採用により、LCD200の広視野角性能は、図7に示す従来の装置の広視野角性能よりもかなり改良されている。このように性能が改良されるのは、LCセル230の「層」L1～L5の各々が、補償層220の「層」L1'～L5'の各々によって補償されるためである。ここで、 $\Delta n \cdot d = -\Delta n' \cdot d'$ であり、 d はLCセル230の厚さに等しく、 d' は補償層220の厚さに等しい。 Δn の典型的な値は0.1であり、 $\Delta n'$ の典型的な値は-0.05である。従って、 d は約5 μm であり、 d' は約10 μm である。

【0028】さらに、第1の実施形態の他の例において、補償すべき状態をオフ状態とフル・オン状態との間の中間電圧としてもよい。この場合、補償層220の層L1'～L5'が配向し、例えば3ボルトの中間電圧を前方電極234と後方電極233との間にそれぞれ印加すると、この補償層220がLCセル230を補償することになる。ここで、LCダイレクタは、図3に示すような中間電圧に対応する傾斜角 θ およびねじれ角 Φ を示す。このような補償層を使用することにより、低電圧でのLCDの動作を考慮し、光学特性の劣化を最小限にしながら、より大きいLCDパネルを使用することを考慮する。

【0029】図11は、本発明の第2の実施形態を示す。図11において、LCD300はバックライト305と、後方偏光板310と、後方補償層320と、LCセル330と、電圧源340と、前方補償層350と、

検光子360とを備える。後方偏光板310の偏光板の透過軸方向は点線312で示されており、検光子360の偏光板の透過軸方向は線362で示されている。LCセル330は、後方基板331および前方基板332と、電源340に接続された前方電極334および後方電極333と、後方配向膜335および前方配向膜336とを備える。

【0030】第2の実施形態において、LCセル330は正の複屈折を有する90度TNセルである。しかし、本実施形態において、他の配向および他のLC材料であつても、負の複屈折を示すLC材料を備えた状態で有効に使用できる。

【0031】LCセル330は、第1の実施形態のLCセル230と同様である。特に、LCセル330が、例えば層L1～L5等の多数の層を備えるものとして考えるのが都合良い。電圧オフ状態では、層L1～L5の各々が所望のプレチルト角 θ およびねじれ角 Φ を有する。電圧フル・オン状態では、例えば図3に示すように、傾斜角 θ およびねじれ角 Φ が変化する。

【0032】図12は、第2の実施形態による補償層320および350を示す図である。図12においては、補償層320が3つの層R1、R2およびR3を備える。層R1および層R3は、図11の表面360aに対して実質的に垂直な光軸を有する。同様に、補償層350は3つの層R4～R6を備え、層R4および層R6の各々の光軸は表面360aに対して実質的に垂直である。

【0033】補償層320の補償用層R2は、その厚さによって変化する光軸を有する。補償用層R2では、光軸が、補償すべき状態（例えば電圧フル・オン）で、LCセル330の層L1～L3の傾斜角 θ に対応する傾斜角 θ' が変化する。補償用層R2の光軸はねじれていないため、その配向は後方基板331の配向に対して実質的に平行となる。同様に補償層R5は、その光軸の傾斜角 θ'' がLCセル330の層L3～L5の傾斜角 θ を実質的に模倣するように、層R5の厚み内で光軸が変化するような構造である。層R5の配向は、図12に示すように、上部基板332の配向に対して実質的に平行である。なお、層R2の配向方位は、偏光板310の透過軸方向312と平行であってもよく、また層R5の配向方位は、検光子360の透過軸方向362と平行であっても良い。

【0034】図13は、第2の実施形態による視野性能を示すイソコントラスト曲線を示す。本実施形態におけるLCセルは、eモードで構成される。第2の実施形態において、LCセル330の $\Delta n d$ は約400nmであり、層R3およびR4の各々の $\Delta n d$ は約60nmであり、層R2およびR5の各々の $\Delta n d$ は約80nmであり、層R1およびR6の各々の $\Delta n d$ は約70nmである。図13に示すように、このような視野角性能

は、図7に示す従来技術よりも実質的に改良される。

【0035】図14は、第2の実施形態における他の視野角性能を示しており、LCセル330の $\Delta n d$ は約320nmであり、層R1およびR6の $\Delta n d$ は約70nmであり、層R2およびR5の $\Delta n d$ は約80nmであり、層R3およびR4の $\Delta n d$ は約40nmである。このように第2の実施形態においては、eモードでも構成される。図14に示すように、第2の実施形態は、図7に示す従来技術よりも実質的に改良されている。

【0036】さらに第2の実施形態では、補償層320および350が層R2およびR5のみをそれぞれ備える構成も採用可能である。また、第2の実施形態においては、補償層320が層R2およびR3、補償層350が層R4およびR5を備え、層R6は検光子360、層R1は後方偏光板310にそれぞれ組み入れることが可能である。

【0037】本発明は、限定されない例示の好ましい実施形態を参照して述べた。前掲の特許請求の範囲に定められた発明の精神および範囲を逸脱しないで様々な変更を行うことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 オフ状態のLCD装置を示す図である。

【図2】 フル・オン状態のLCD装置を示す図である。

【図3】 電極に印加する制御電圧が傾斜角およびねじれ角に与える効果を示す図である。

【図4】 2方向に伸張された補償膜を示す図である。

【図5】 傾斜構造を有する補償層を示す図である。

【図6】 図5の補償層を備えていない図1のLCDの性能をイソコントラスト曲線で示す図である。

【図7】 図5の補償層を備えた図1のLCDの性能をイソコントラスト曲線で示す図である。

【図8】 本発明の第1の実施形態に係る改良された補償層を備えたLCDの構成を示す図である。

【図9】 図8のLCセルおよび補償層の分解図である。

【図10】 図8のLCDのイソコントラスト曲線を示す図である。

【図11】 本発明の第2の実施形態に係る改良された補償層を備えたLCDの構成を示す図である。

【図12】 図11に示すLCDの補償層の分解図である。

【図13】 図11のLCDの第1のイソコントラスト曲線を示す図である。

【図14】 図11のLCDの第2のイソコントラスト曲線を示す図である。

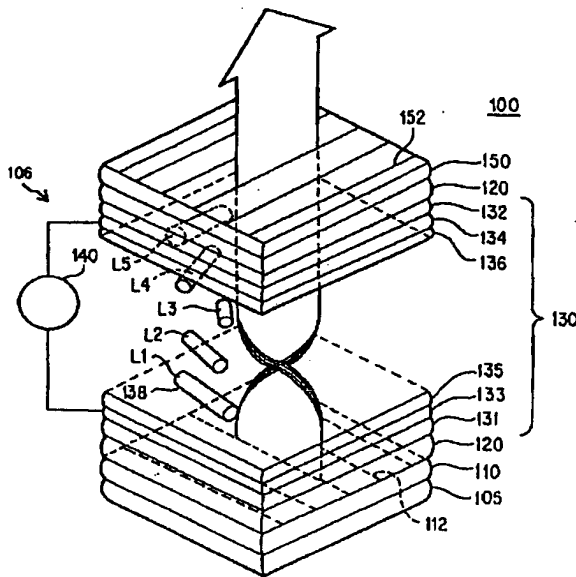
【符号の説明】

100、200、300 LCD、105、205、305 バックライト、106 光スタック、110、1

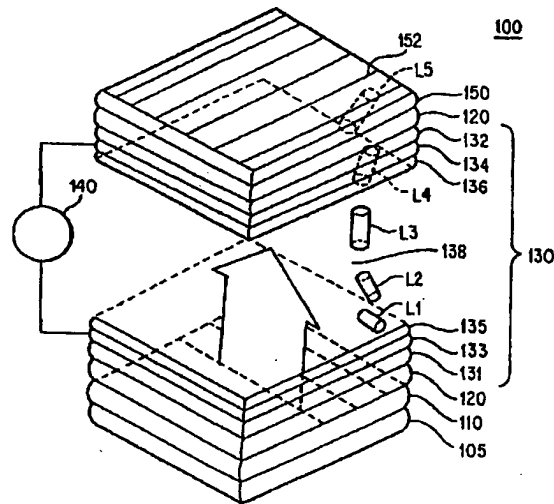
50, 210, 310 偏光板、120 リターデーション膜、130, 230, 330 LCセル、131, 132, 231, 232, 331, 332 基板、133, 134, 233, 234, 333, 334 電極、138, 238 LC材料、135, 136 ポリイミド膜、140, 240, 340 電圧源、180, 22

0, 320, 350 補償層、182 CTA基板、184 アラインメント層、186 ディスコティックコンパウンド層、250, 360 検光子、235, 236, 335, 336 配向膜、L1~L5, L1'~L5', R1~R6 層。

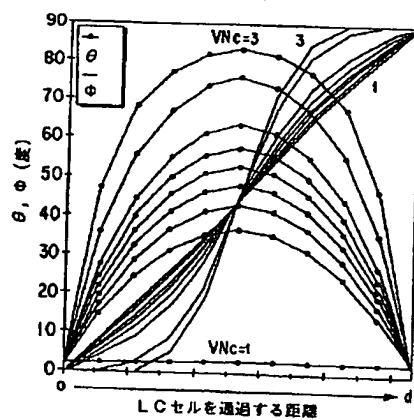
【図1】



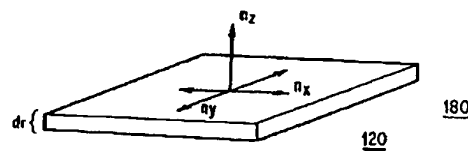
【図2】



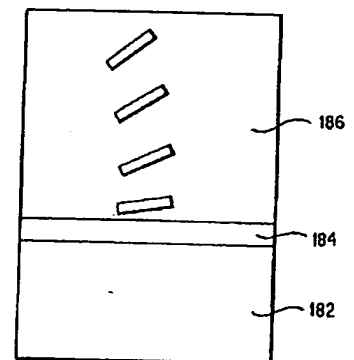
【図3】



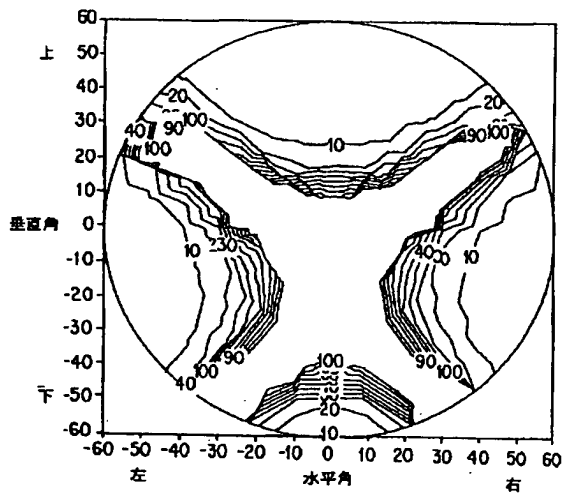
【図4】



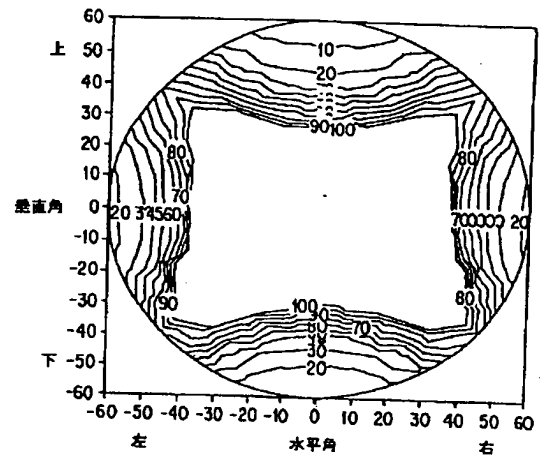
【図5】



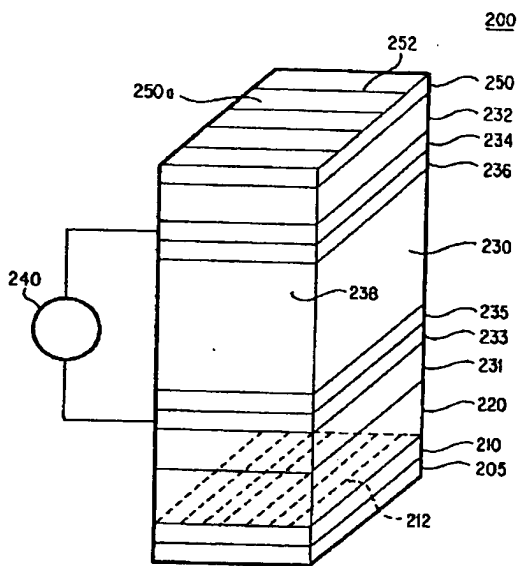
【図6】



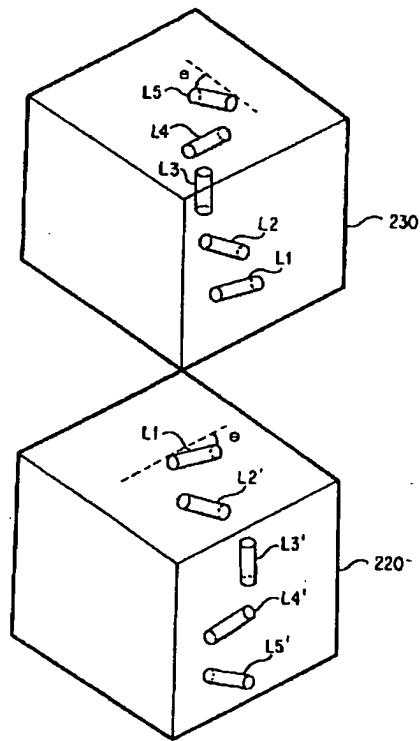
【図7】



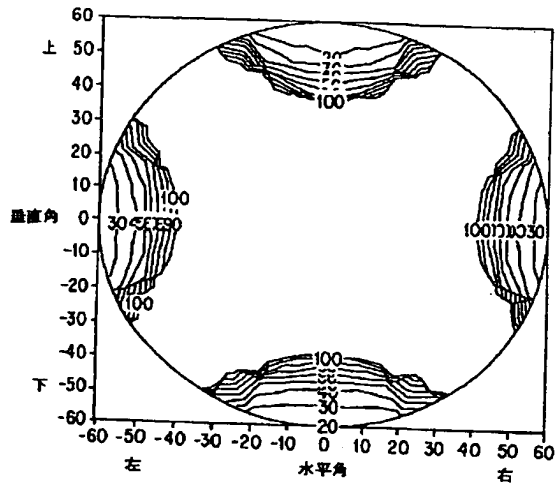
【図8】



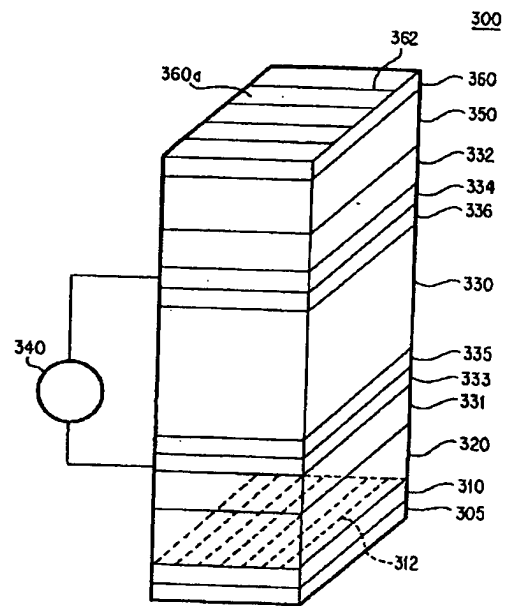
【図9】



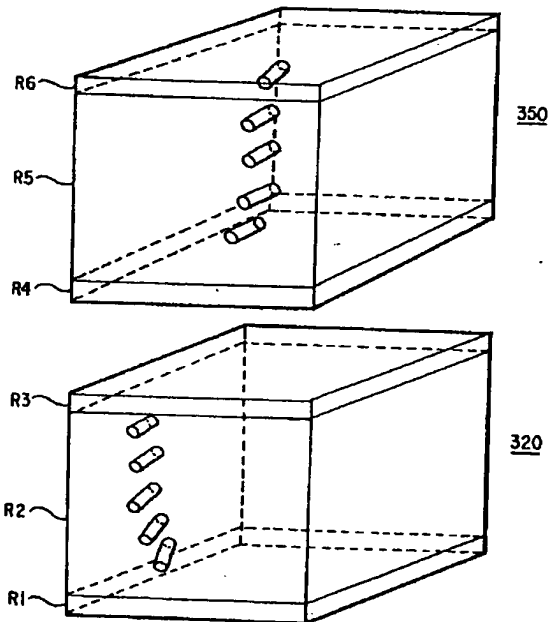
【図10】



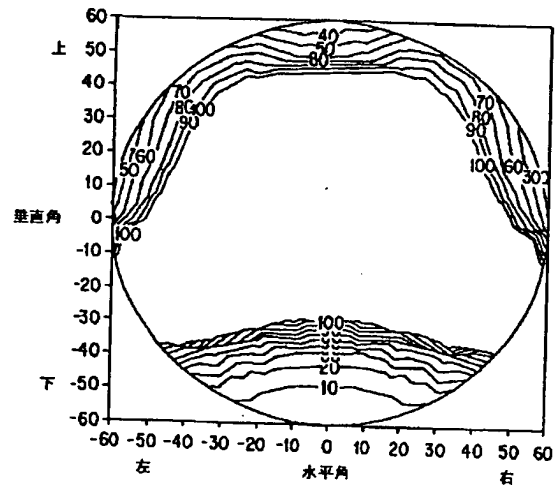
【図11】



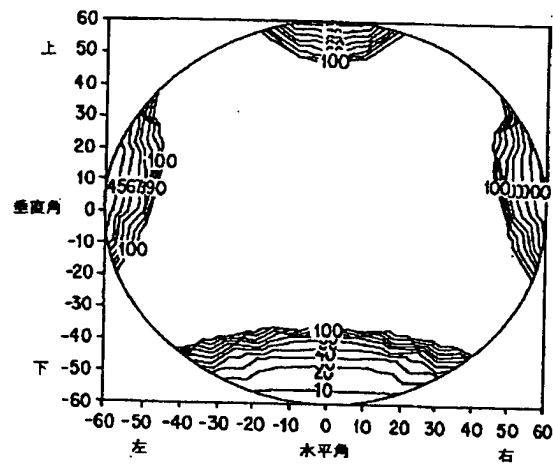
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(72)発明者 ルイス デー シルバースティン
 アメリカ合衆国 アリゾナ州 スコットズ
 イル イー ユッカ ストリート 9695

(72)発明者 ジャック アール ケリー
 アメリカ合衆国 オハイオ州 モンロー
 フォールズ メイプルブルーク サークル
 584